

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra robototechniky

**Konštrukcia efektoru pre odber vzoriek plynu.**  
**Construction Effector for Taking of Samples Gas.**

Študent:

Jaroslav Chládek

Vedúci bakalárskej práce:

Ing. Jan Burkovič, Ph.D.

Ostrava 2009

*Miesto pre zadanie bakalárskej práce – 1.časť*

*Miesto pre zadanie bakalárskej práce-2.časť*

### **Prehlásenie študenta**

Prehlasujem, že som celú bakalársku prácu včetně príloh vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a uviedol som všetky použité podklady a literatúru.

V Ostrave .....

.....

podpis študenta

Prohlašuji, že

- jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- было с́еднано, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- было с́еднано, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostrave : 22.mája 2009

.....

Jaroslav Chládek

SNP 1447/48-2 , 017 07 Považská Bystrica , Slovenská republika

## **Anotácia bakalárskej práce**

CHLÁDEK, J.: *Konštrukcia efektoru pre odber vzoriek plynu.*

Ostrava: Katedra robototechniky, Fakulta strojnícka, VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009, 68 strán. Bakalárska práca, vedúci Burkovič, J.

Hlavným cieľom práce je návrh efektoru umožňujúceho odber vzoriek plynu po jadrovom, chemickom a biologickom útoku. Súčasťou návrhu sú aj varianty riešenia s výberom optimálnej varianty hodnotovou analýzou. Návrh optimálnej varianty je uskutočnený ako priestorový model vymodelovaný v systéme Pro Engineer Wildfire 2.

Práca obsahuje návrhové a pevnostné výpočty vybraných konštrukčných prvkov. K technickej správe je priložená potrebná výkresová dokumentácia.

V úvode je spracovaná analýza rôznych spôsobov odberu vzoriek plynu ako aj zásady odberu plynu.

## **Annotation of Bachelor's work**

CHLÁDEK, J. *Construction Effector for Taking of Samples Gas.*

Ostrava: Department of Robotechniques, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB-University of Technology Ostrava, 2009, 68 pages. Bachelor's work. Supervisor Burkovič, J.

The chief aim of this graduation work is the design of effector which allows to take of the gas samples after a nuclear, chemical or biological attack. The design involves solution variants with the selection of the optimal value analysis as well. The optimal variant design is realized as a Pro Engineer Wildfire 2 spacial design.

The work includes the draft and strength calculations of selected structural elements. The requisite design documentation is attached to this technical paper.

The analysis of various ways and principles of the gas sampling are elaborated in the introductory part.

## Obsah

Zoznam použitého značenia.....	8
Úvod.....	10
1 Odber vzoriek vo všeobecnosti.....	12
1.1 Odber vzoriek pre strategické účely .....	12
1.2 Odber vzoriek pre taktické a operačné účely .....	12
1.3 Označovanie hraníc kontaminácie .....	14
1.4 Faktory limitujúce spôsob odberu vzoriek.....	14
2 Analýza odobratých vzoriek .....	15
2.1 Chemická analýza odobratých vzoriek .....	15
2.2 Biologická analýza odobratých vzoriek.....	16
3 Skladovanie kontaminovaných vzoriek .....	16
4 Odber a detekcia vzoriek vzduchu v súčasnosti .....	18
4.1 Detektor ABRaCA .....	18
4.2 Systém detekcie ožiarovania lasermi .....	20
4.3 Diaľkový detektor DD-CWA .....	21
4.3.1 DD-CWA-S .....	21
4.4 SOPKOV-A .....	24
4.5 Mobilné chemické pracovisko VYMOB .....	25
4.6 Gastec – GV100.....	26
5 Požiadavkový list.....	28
6 Návrh variant riešení.....	28
6.1 Varianta A.....	28
6.1.1 Varianta A (jódový filter) .....	29
6.1.2 Varianta A (tenaxová tyčinka).....	30
6.1.3 Varianta A (želatinový filter).....	31
6.2 Varianta B .....	32
6.3 Varianta C .....	33
7 Výber optimálnej varianty .....	34
7.1 Kritéria rozhodovania .....	35
7.2 Hodnotová analýza .....	36

8 Vybraná varianta efektoru .....	38
8.1 Efektor ako celok .....	38
8.1.1 Efektor pre odber vzorek vzduchu po jadrovom útoku .....	39
8.1.2 Jódový filter .....	40
8.1.3 Držiak filtra .....	41
8.1.4 Držiak vzorkovnic .....	42
8.2.1 Efektor pre odber vzoriek vzduchu po chemickom útoku .....	43
8.2.2 Tenaxová tyčinka .....	44
8.2.3 Kryt tenaxovej tyčinky .....	44
8.2.4 Držiak vzorkovnic .....	45
8.3.1 Efektor pre odber vzorek vzduchu po biologickom útoku .....	46
8.3.2 Gélový filter .....	46
8.3.3 Kryt gélového filtra .....	47
8.4 Výmenný systém efektoru .....	48
8.5 Rameno efektoru .....	50
8.6 Držiak efektoru .....	51
8.7 Sacie vedenie efektoru .....	52
8.8 Čerpadlá vzduchu .....	53
8.9 Pohľad na rameno a efektor ako na celok .....	55
9 Výpočty konštrukčne dôležitých súčastí efektoru .....	56
9.1 Výpočet závitovkového prevodu .....	56
9.2 Výpočet pohonu .....	60
9.3 Výpočet perového spoja .....	62
Záver .....	63
Súpis citácií .....	65
Zoznam použitých prameňov .....	66
Zoznam príloh .....	68



## Zoznam použitého značenia

$a$	[mm]	- osová vzdialenosť
$b_2$	[mm]	- šírka ozubeného venca kolesa
$c_a$	[mm]	- hlavová vôľa
$d$	[mm]	- priemer hriadeľa
$d_1$	[mm]	- priemer rozstupovej kružnice závitovky
$d_2$	[mm]	- priemer rozstupovej kružnice závitovkového kolesa
$d_{a1}$	[mm]	- priemer hlavovej kružnice závitovky
$d_{a2}$	[mm]	- priemer hlavovej kružnice závitovkového kolesa
$d_{aH2}$	[mm]	- vonkajší priemer venca kolesa
$d_{f1}$	[mm]	- priemer pätnjej kružnice závitovky
$d_{f2}$	[mm]	- priemer pätnjej kružnice závitovkového kolesa
$F$	[N]	- sila
$F_1$	[N]	- sila medzi bokom drážky v hriadeľi a perom
$F_2$	[N]	- sila medzi bokom drážky v náboji a perom
$h_a$	[mm]	- výška hlavy zuba
$h_f$	[mm]	- výška päty zuba
$l$	[mm]	- šírka pera
$l$	[mm]	- dĺžka ramena
$l_1$	[mm]	- dĺžka závitovky
$l'$	[mm]	- dĺžka pera
$M_{k \max}$	[N.m]	- maximálny krútiaci moment na výstupe
$M_{nm}$	[N.m]	- menovitý moment motora
$M_k$	[N.m]	- krútiaci moment
$M_V$	[N.m]	- celkový moment

$m_n$	[mm]	- modul v normálovej rovine
$n_0$	[ot/min]	- menovité otáčky motora
$n_v$	[ot/min]	- výsledné otáčky
$P$	[W]	- menovitý výkon motora
$p_1$	[MPa]	- tlak medzi bokom drážky v hriadeli a perom
$p_2$	[MPa]	- tlak medzi bokom drážky v náboji a perom
$p_D$	[MPa]	- dovolený tlak
$p_n$	[mm]	- rozstup v normálovej rovine
$p_x$	[mm]	- rozstup v osovej rovine
$q$	[-]	- súčiniteľ priemeru závitovky
$r_f$	[mm]	- polomer zaoblenia prechodovej krivky
$Tha(A, B, C)$	[-]	- výsledná hodnotová analýza varianty (A, B, C)
$t$	[mm]	- hĺbka drážky pre pero
$u$	[-]	- prevodové číslo
$v$	[mm]	- hlavové prevýšenie
$z_1$	[-]	- počet zubov na závitovke
$z_2$	[-]	- počet zubov na závitkovom kolese
$\gamma$	[°]	- uhol stúpania závitovky
$\eta_z$	[%]	- účinnosť ozubenia
$\mu_z$	[-]	- súčiniteľ trenia v ozubení
$\omega$	[rad/s]	- uhlová rýchlosť
$\varphi$	[°]	- trecí uhol

## Úvod

Cieľom mojej bakalárskej práce je analyzovať rôzne systémy a metódy odberu vzoriek vzduchu po jadrovom, chemickom či biologickom útoku a túto analýzu vypracovať vo forme riešenia daného problému.

Hlavným cieľom mojej práce je navrhnúť efektor, ktorým bude vykonávaný odber vzoriek vzduchu po jadrovom, chemickom a biologickom útoku. Efektor bude súčasťou robotizovaného ramena a to bude súčasťou podvozku servisného robota (SR). Preto celá táto práca bude vychádzať z predpokladu, že sa mechanizmus efektoru bude používať a nájde uplatnenie pri SR.

Za dôležité pokladám definovať čo je to efektor – Efektor je výkonným subsystémom priemyselného prípadne servisného robota a jeho účelom je vlastná realizácia úloh, pre ktoré je robot predurčený. Medzi tieto úlohy patrí manipulácia rôznymi objektami, ktoré musia mať zadané parametre polohy, orientácie, vzdialenosti, rýchlosti, zrýchlenia . . .

Podľa toho o aké objekty manipulácie sa jedná ich môžeme rozdeliť na:

- uchopovacie – slúžia na uchopovanie rôznych predmetov manipulácie o rôznych rozmeroch, tvaroch a hmotnostiach,
- technologické – jedná sa väčšinou o priamu alebo sprostredkovanú manipuláciu s technologickými nástrojmi, či prípravkami, ktoré zaisťujú rôzne technologické úkony ako napríklad zváranie, obrábanie, montáž . . .
- hybridné – keď sa obidve hľadiská prelínajú.

Táto hrubá klasifikácia ani zďaleka nevystihuje všetky oblasti aplikácií robota, preto môžeme do rozdelenia zaradiť ešte efekторы na špeciálne účely.

V mojom prípade zadania bakalárskej práce sa jedná o špeciálny efektor, ktorý pravdepodobne nedodáva žiadna firma (dodávajú väčšinou iba štandardné typy efektorov), takže zadaný efektor bude musieť byť vyrobený vlastnými silami alebo bude musieť byť zadaný špecializovanej firme k vývoju.

Efektor na odber vzoriek plynu ako aj jeho mechanizmus bude navrhnutý v niekoľkých variantách, pri ktorých bude vypracovaná hodnotová analýza pre optimálnu voľbu vhodnej varianty. Víťazná varianta bude vymodelovaná v 3D systéme

a taktiež bude zhotovený zostavný výkres. Dôležitou súčasťou bakalárskej práce bude technická správa, ktorá bude popisovať funkciu a princíp činnosti efektoru na odber vzoriek plynu a iné doplnkové údaje vrátane výpočtovej správy vybraných konštrukčných prvkov, ktoré sú z hľadiska konštrukcie dôležité.

# **1 Odber vzoriek vo všeobecnosti**

Odber vzoriek vo všeobecnosti je v branných zložkách vykonávaný ako:

- odber vzoriek pre strategické účely
- odber vzoriek pre taktické a operačné účely

## **1.1 Odber vzoriek pre strategické účely**

Tento odber nariaďujú vykonať normy aliancie pešo, ako autorizovaný, s dôsledným posúdením priestoru NBC (nukleárnej, biologickej, chemickej) udalosti odborníkmi.

Cieľom odberu je získať vzorky z priestoru udalosti pre analýzy, ktorých výsledky budú použité pre strategické rozhodnutia napadnutého štátu.

## **1.2 Odber vzoriek pre taktické a operačné účely**

Tento odber je vykonávaný na realizovanie rýchlych analýz v poľných alebo stacionárnych laboratóriách, ktorých výsledky analýz sú použité na vykonanie korekcie už prijatých ochranných prvotných opatrení v zasiahnutom priestore.

Odber je možné vykonať buď mechanizovane alebo pešo v súlade s platnými normami:

- AEP-10
- AEP-49
- EPA

Odber vzoriek pre taktické a operačné účely je realizovaný tak, aby reprezentatívne popisoval:

- druh látky, ktorou bol priestor zasiahnutý,
- kvantitatívne ukazovatele kontaminácie.

Detekcia útoku a následné prijatie prvotných opatrení, ktoré predchádzajú odberu vzoriek, je vykonávané na základe pozitívnych signálov špeciálnych detektorov (obr.1), ktoré boli rozmiestnené v operačnom priestore ešte pred vznikom udalosti, alebo na základe subjektívnych pozorovaní signalizujúcich pravdepodobný útok.



*Obr.1 Systém detekcie ožiarenia lasermi a stacionárny detektor kontaminácie*

### 1.3 Označovanie hraníc kontaminácie

V rámci prijatia bezpečnostných opatrení je začaté aj ohraničovanie hraníc kontaminovaného priestoru (obr.2) z náveternej strany a bokov, prípadne sledovanie čela pohybu kontaminovanej zóny vhodnou metodikou a prostriedkami.



*Obr.2 Ohraničovanie hraníc kontaminovaného priestoru*

### 1.4 Faktory limitujúce spôsob odberu vzoriek

- technológie úpravy vzoriek pred analýzou a vykonanie analýzy vzoriek,
- druh kontaminácie,
- profil terénu a jeho pokrytie rastlinstvom i zástavbou,
- meteorologické podmienky,
- skladovanie odobratých vzoriek.

## 2 Analýza odobratých vzoriek

Ak bude vzorka spracovaná priamo analyzátorom, musí byť v plnom rozsahu prispôsobená tomuto zariadeniu, rovnako ako aj vzorky, ktoré budú extrahované a rozpúšťané, musia byť použiteľné v určitom prístrojovom vybavení.

### 2.1 Chemická analýza odobratých vzoriek

#### Metóda:

#### **Plynová chromatografia s hmotnostnou spektrometriou**

Je progresívnou metódou na identifikovanie všetkých povrchových organických látok .

Dnes najpoužívanejším prístrojom na mobilnú analýzu v európskych štátoch NATO je EM-640 od firmy BRUKER<sup>1</sup> (obr.3), ktorý disponuje ručnou sondou na kontrolu povrchov, termodesorbčným blokom a blokom pre manuálny nástrek vzorky po jej extrakcii do kvapalného prostredia.

Pre úpravu vzoriek, pre manuálny nástrek bude použitá extrakcia do kvapaliny s následnou úpravnou separáciou na tuhú fázu prípadne derivatizáciou.



*Obr.3 EM-640 Bruker<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> [http://www.global-defence.com/2003/bruker\\_profile.htm](http://www.global-defence.com/2003/bruker_profile.htm)



## **2.2 Biologická analýza odobratých vzoriek**

### **Metóda:**

Predpokladám použitie dnes progresívnej metódy na báze polymerázovej reťazovej reakcie alebo laserovej termodesorbcie s hmotnostnou spektrometriou.

### **Rádiometria a identifikácia rádionuklidov**

Na spracovanie vzoriek bude použitá ako hlavná metóda  $\gamma$ -spektrometria. Jej použitie vyžaduje presné stanovenie geometrie, čo vyžaduje odber vzoriek do špeciálneho, na tento účel určeného materiálu.

## **3 Skladovanie kontaminovaných vzoriek**

Odobraté vzorky musia byť počas odberu a transportu skladované samostatne tak, aby nedošlo k vzájomnej kontaminácii. Dodané do laboratória musia byť typové vzorky určené zvlášť pre chemickú analýzu, zvlášť pre biologickú diagnostiku a zvlášť pre rádioanalýzu.

Vhodným riešením sú špecializované kazety (obr.4), ktoré splňajú aj podmienky pre transport vzoriek. Kazety obsahujúce vzorkovnice so vzorkou, spravidla v primárnom obale, môžu byť vyplnené sorbentom zabraňujúcim prípadnému úniku kontaminácie pri havárii (aktívne uhlie alebo sorpčné hlinky).

Kazety pre transport vzoriek rádioaktívnej kontaminácie musia byť vyrobené z vhodného tieniaceho obalu s určenou najvyššou aktivitou vzorky.

Vzorkovnice pre chemickú analýzu a rádioanalýzu musia byť pred odberom analyticky čisté, rovnako ako aj odberové nástroje (vrátane automatizovaného systému), na odber biologickej kontaminácie musia byť sterilné.

Obaly vzorkovníc a vzorkovnice musia byť pred doručením do laboratória dekontaminované.



*Obr.4 Špecializované kazety na odber vzduchu*

## 4 Odber a detekcia vzoriek vzduchu v súčasnosti

V súčasnej dobe existuje veľa technológií odberu vzoriek z ovzdušia, založených či už na detekcii kontaminácie na diaľku alebo mechanickom odbere pomocou čerpadiel.

V tejto kapitole vymenujem tie najpoužívanéjšie spôsoby odberu vzoriek kontaminovaného vzduchu po rádioaktívnom, chemickom a biologickom útoku.

### 4.1 Detektor ABRaCA

ABRaCA (obr.5) je prenosný, variabilný, modulárny, distribuovaný systém určený na:

- detekciu dávkového príkonu gama žiarenia,
- detekciu výskytu toxických chemických látok,
- meranie rýchlosti a smeru vetra.

Skladá sa z:

- monitorovacích a meracích satelitov (MMS),
- prijímacieho a riadiaceho pracoviska (PRP).

MMS je modulárny, stacionárny súbor detektorov a snímačov, ktoré pracujú v autonómnom režime a získané informácie odovzdávajú prostredníctvom rádiového modemu do PRP. Zostavu a výbavu MMS jednotlivými snímačmi a senzormi je možné modifikovať podľa požiadaviek, ktoré stanovuje užívateľ.

V PRP sú prijaté informácie archivované, vyhodnocované a porovnávané s nastavenými prahovými úrovňami. Pri prekročení prahových úrovní, ktoré sú zadané v systéme, generuje poplašnú správu.



*Obr.5 Detektor ABRaCA*

## 4.2 Systém detekcie ožiarenia lasermi

Systém SDIO (obr.1) je určený na detekciu ožiarenia mobilných objektov, prípadne aj dôležitých stacionárnych objektov impulznými lasermi s vlnovými dĺžkami od 0,9 mm do 1,7 mm.

Systém pozostáva z 8 sond a indikačného tabla. Ožiarenie je na indikačnom table indikované opticky a varovný signál z neho môže byť vyvedený do hovorového zariadenia vozidla alebo na iné spolupracujúce systémy.

### **Technické parametre (tab.1):**

Detekovateľné vlnové dĺžky	0,9 $\mu\text{m}$ – 1,7 $\mu\text{m}$
Prahová citlivosť systému	100 W/m <sup>2</sup>
Zorný uhol senzora v horizontálnej rovine	90°
Zorný uhol senzora vo vertikálnej rovine	50°
Doba trvania indikácie ožiarenia	2s
Spotreba elektrickej energie	10W
Napájacie napätie	27V (20V – 32V)
Rozmery senzora	Ø 115 mm x 105 mm

*Tab.1 Technické parametre systému SDIO*

## 4.3 Diaľkový detektor DD-CWA

Tento detektor je vyrábaný v troch variantách a to:

- DD-CWA-A
- DD-CWA-S
- DD-TIC

Z týchto prevedení spomeniem len prístroj DD-CWA-S a to preto, lebo ostatné prístroje tohto druhu fungujú na rovnakej báze, len sú schopné detekovať odlišné druhy látok.

### 4.3.1 DD-CWA-S

Je svetovo jediný sériovo vyrábaný aktívny diaľkový detektor toxických chemických látok (TCHL). Tento prístroj je charakterizovaný nasledujúcimi vlastnosťami:

- vysoká citlivosť
- malé rozmery
- spoľahlivosť v extrémnych podmienkach
- jednoduchá obsluha
- prijateľná cena

Diaľková detekcia prináša viaceré výhody, najmä:

- nie je nutné prichádzať do fyzického styku s detekovanou látkou,
- nevyhodnocuje lokálnu koncentráciu, ale priemernú koncentráciu záujmovej látky a to na dlhej meracej trase,
- veľký dosah,
- je možné doplniť katalóg detekovaných látok.

DD-CWA-S (obr.6) je laserový (aktívny) diaľkový detektor TCHL, okrem aktívnych diaľkových detektorov existujú aj pasívne diaľkové detektory.

Tieto prístroje nemajú vlastný zdroj optického žiarenia, ale na detekciu TCHL využívajú infračervené vyžarovanie pozadia.

Aktívne diaľkové detektory majú v porovnaní s pasívnymi viaceré výhody:

- schopnosť vykonávať kvantitatívne merania,
- schopnosť vyhodnocovať koncentračné profily,
- možnosť merať ľubovoľným smerom,
- vyššiu jednoznačnosť meraní (vyššia spektrálna rozlišovacia schopnosť).

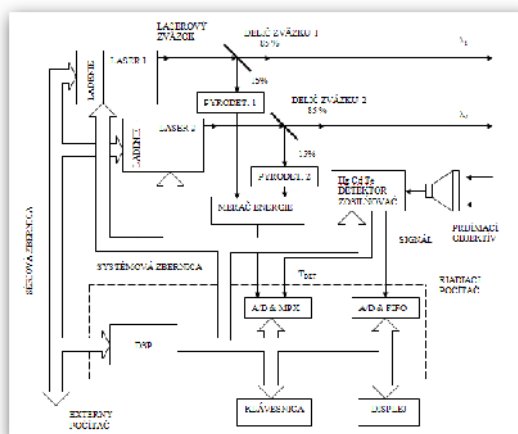
#### **Technický popis prístroja:**

Prístroj, ktorý je vybavený systémom CO<sub>2</sub>DIAL, identifikuje toxické látky v plynnej fáze a meria ich koncentrácie na základe ich optických spektroskopických vlastností. Funkcia prístroja je založená na fakte, že pre detekovateľnú látku je možné nájsť dvojicu vlnových dĺžok, pričom jedna je pohlcovaná silno a druhá je pohlcovaná slabo a slúži na odlíšenie útlmu molekulami detekovanej látky od iných zdrojov útlmu.



*Obr.6 Laserový detektor DD-CWA-S*

**Schéma (obr.7):**



*Obr.7 Bloková schéma DD-CWA-S*

**Technické parametre (tab.2):**

Detekovateľné toxické látky	GA (Tabun) GB (Sarin) GD (Soman) VX HD (Yperit)
Detekovateľné modelové látky	SF6 Metanol Etylén Amoniak
Doba merania	cca.8-10s (na jednu látku) 25s (na celé spektrum látok)
Detektor v prijímači	HgCdTe, Stirling. Chladič
Maximálna dĺžka meracej trasy	5 000 m
Počet laserov v systéme	2 ks, oba preladiťelné
Energia laserového impulzu	50 mJ
Veľkosť vstupnej apertúry prijímača	f=105 mm
Spektrálny rozsah	9,2-10,7μm (>60 CO2 čiar)
Rozmery (d x š x v)	458 mm x 260 mm x 395 mm
Hmotnosť	38kg(bez statívu a zdroja energie)

*Tab.2 Technické parametre detektoru DD-CWA-S*



## 4.4 SOPKOV-A

Súprava na odber a transport kontaminovaných vzoriek SOPKOV-A (obr.8) je určená na autorizovaný odber a bezpečný transport vzoriek. Súprava nezaberá veľký priestor a je možné ju používať v prieskumných vozidlách.

### Určenie súpravy:

Súprava SOPKOV-A je určená na odber a bezpečnú prepravu pevných, kvapalných vzoriek a takisto aj vzoriek z ovzdušia, a to kontaminovaných toxickými, biologickými a za určitých podmienok aj rádioaktívnymi látkami.

Súprava umožňuje:

- odber vzoriek kontaminácie zo vzduchu,
- odber vzoriek kvapalných a tuhých látok,
- odber málo nestabilných TCHL z vodného roztoku,
- odber entomologických vzoriek,
- zabalenie vzoriek,
- označenie, popis a evidenciu odobratých vzoriek,
- bezpečný transport vzoriek,
- určenie základných meteorologických charakteristík (teplota, tlak, rýchlosť a smer vetra),
- záznam komentára o odbere vzoriek a urobenie fotodokumentácie.



*Obr.8 Súprava na odber vzoriek SOPKOV-A*

## 4.5 Mobilné chemické pracovisko VYMOB

Je určené na:

- plánovanie a riadenie radiačného a chemického prieskumu podriadených stupňov,
- zber, vyhodnocovanie, zobrazovanie, odovzdávanie a archiváciu údajov o radiačnej a chemickej situácií.

Mobilné pracovisko VYMOB (obr.9) je zabudované v kontajneri. V posádke sú dvaja až traja členovia podľa začlenenia. Napájanie kontajnera je možné zo 400V elektrorozvodnej siete, 400V elektrocentrály a palubnej siete 24 V DC.

Zabezpečenie spojenia a prenosu dát:

- rádiovými prostriedkami v pásme 20MHz až 80MHz, 1200 bit/s,
- linkovými prostriedkami min 2400 bit/s.



*Obr.9 Mobilné chemické pracovisko VYMOB*

#### 4.6 Gastec – GV100

Gastec-GV100 (obr.10) je špeciálna pumpa na manuálny odber vzoriek vzduchu s presným nastavením dávkovania objemu odoberaného vzduchu. Je vyrobená s kvalitného plastu a syntetickej gummy. Vnútrotný zásobník je vyrobený s kvalitnej nehrdzavejúcej ocele pre ľahkú dekontamináciu.



*Obr.10 Pumpa GASTEC*

#### **Kroky odberu:**



- 1) Nasadenie vzorkovnice na špičku pumpy GASTEC



2) Uchopenie pumpy GASTEC a nasatie potrebného objemu vzduchu



3) Kontrola objemu nasatého vzduchu na stupnici vzorkovnice

Pumpa GASTEC sa dá použiť aj ako automatizovaná použitím adaptéra GV-700 (obr.11). Zariadenie obsahuje ventil, ktorý sa otvára a uzatvára. Uzavretie ventilu zabraňuje prúdeniu vzduchu pumpou.



*Obr.11 Adaptér GV-700*

## 5 Požiadavkový list

Navrhnuť efektor, ktorý by umožňoval odoberať vzorky vzduchu po biologickom, chemickom či jadrovom útoku.

Požiadavky na efektor:

- odber vzoriek vo vonkajších(krajina) a vnútorných priestoroch (budovy),
- vzorka musí byť prispôbená zariadeniu, v ktorom bude detekovaná,
- počet odoberaných vzoriek vzduchu : 3,
- vzorky musia byť odoberané oddelene, aby sa navzájom nekontaminovali,
- odber vzoriek vo výške 1 až 2 m nad úrovňou terénu,
- prietok vzduchu cez filter musí byť : 100 ml/min,
- doba nasávania najmenej : 15 min,
- hmotnosť efektoru maximálne : 5 kg.

## 6 Návrh variant riešení

Varianty riešenia sú vymodelované v systéme PTC®ProEngineer®Wildfire 2™ tak, aby z modelov bola jasná funkcia daného efektoru a jeho náročnosť, prípadne iné aspekty dôležité pre výber vhodnej varianty riešenia.

### 6.1 Varianta A

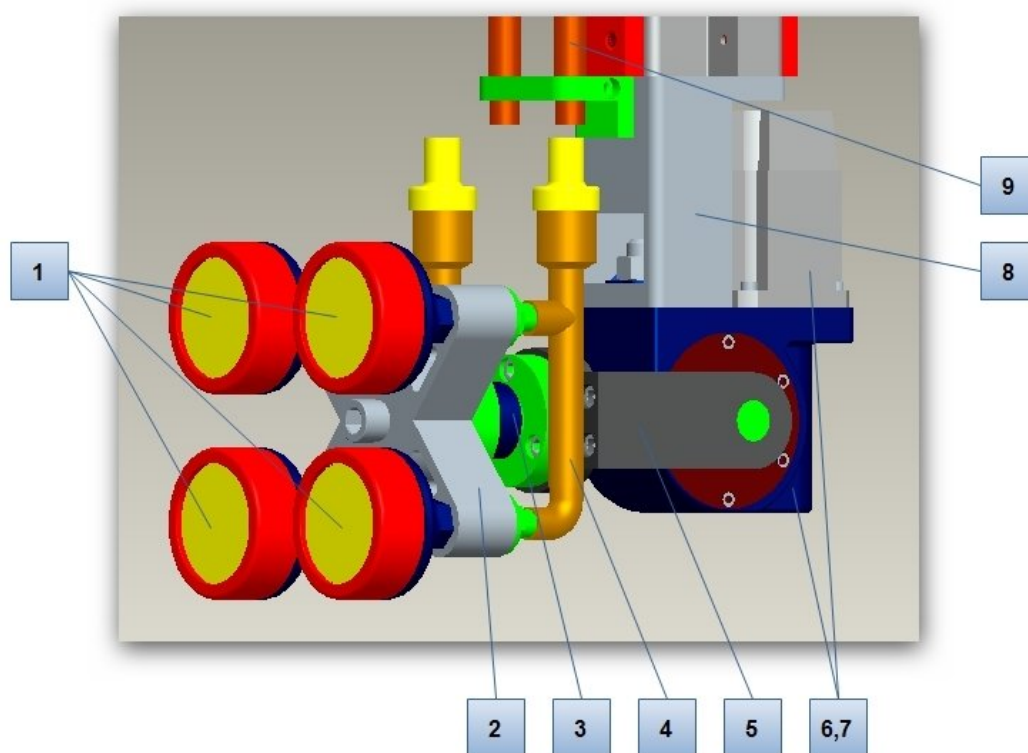
Variantu A som vypracoval ako riešenie s tromi druhmi efektorov. Dôvodom je fakt, že v zadaní je uvedené vyriešenie efektoru pre odber vzoriek po biologickom, chemickom aj jadrovom útoku.

### 6.1.1 Varianta A (jódový filter)

Slúži na odber vzoriek vzduchu po jadrovom útoku . Umožňuje jednorázový odber rádioaktívnej vzorky jódu zo vzduchu kontaminovaného rádioaktívnymi látkami. Odber vzoriek je určený na stanovenie rádioaktívneho spádu, za účelom vyhodnotenia inhalačnej dávky, overenia modelovania rádioaktívneho mraku a realizácie ochranných opatrení.

Odber sa vykonáva čerpaním kontaminovaného vzduchu cez jódový filter umiestnený vo vzorkovacej hlave pri objemovom prietoku vzduchu 4000 ml/min po dobu minimálne 15 minút.

Na (obr.12) je znázornený efektor na odber vzoriek vzduchu po jadrovom útoku.



Legenda : 1 – jódové filtre, 2 – držiak filtrov, 3 – samoupínací systém, 4 – prepojenie filtrov, 5 – rameno efektoru, 6,7 – motor a prevodovka, 8 – držiak motora a prevodovky, 9 – výsuvné vedenie vzduchu

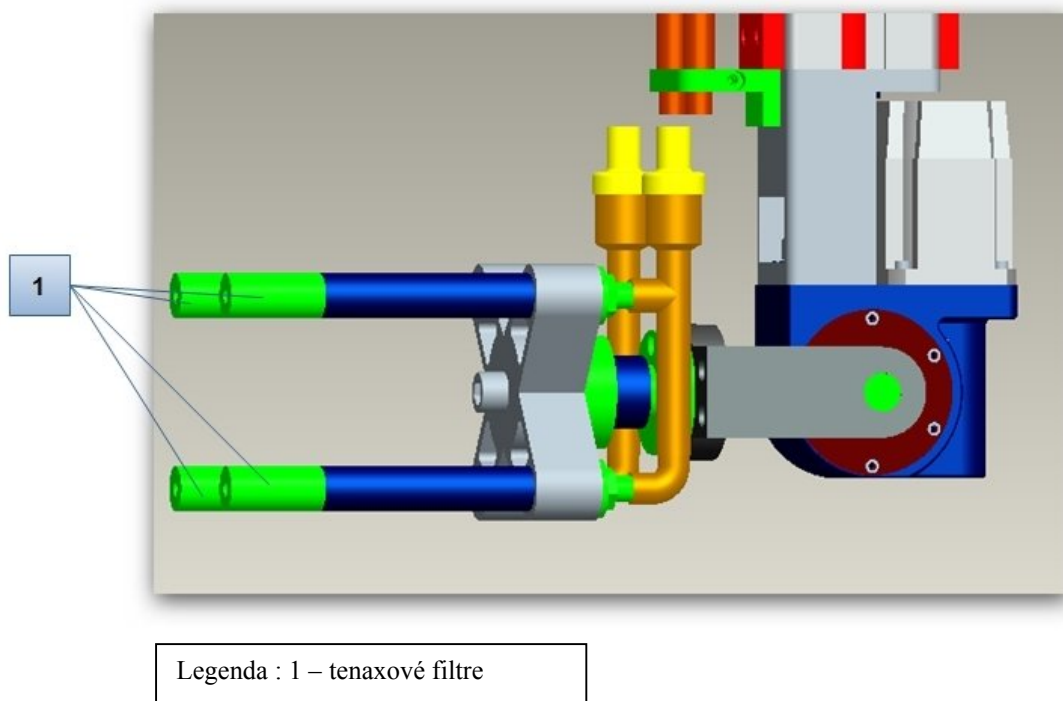
*Obr.12 Varianta A (jódový filter)*

### 6.1.2 Varianta A (tenaxová tyčinka)

Umožňuje jednorázový odber vzoriek vzduchu kontaminovaného toxickými chemickými látkami. Odber sa vykonáva čerpaním kontaminovaného vzduchu cez termodesorbčné trubičky (tenax).

Prietok vzduchu cez záchytné médium má byť minimálne 100 ml/min a prečerpaný objem vzduchu minimálne 1 l.

Na (obr.13) je znázornený efektor na odber vzoriek vzduchu kontaminovaného toxickými chemickými látkami.

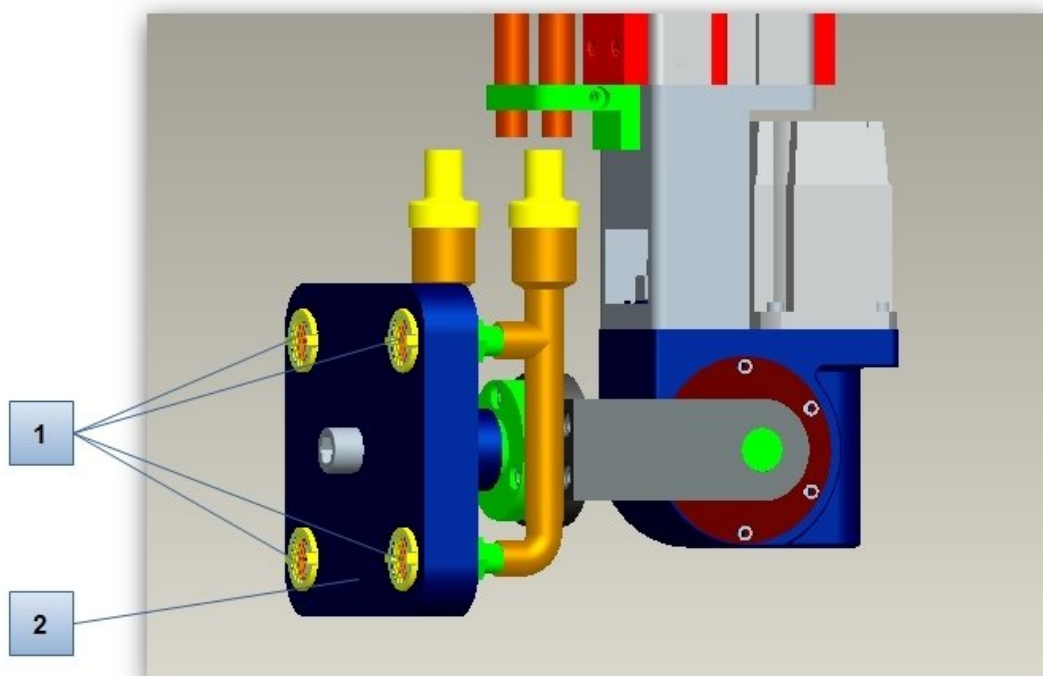


*Obr.13 Varianta A (tenaxová tyčinka)*

### 6.1.3 Varianta A (želatinový filter)

Umožňuje jednorázový odber vzoriek zo vzduchu kontaminovaného biologickými prostriedkami. Odber sa vykonáva prečerpaním vzduchu cez želatinový filter. Prietok vzduchu cez filter má byť 4000 ml/min a prečerpaný objem vzduchu má byť minimálne 100 l.

Na (obr.14) je znázornený efektor na odber vzoriek vzduchu po biologickom útoku.



Legenda : 1 – želatinové filtre, 2 – držiak filtrov

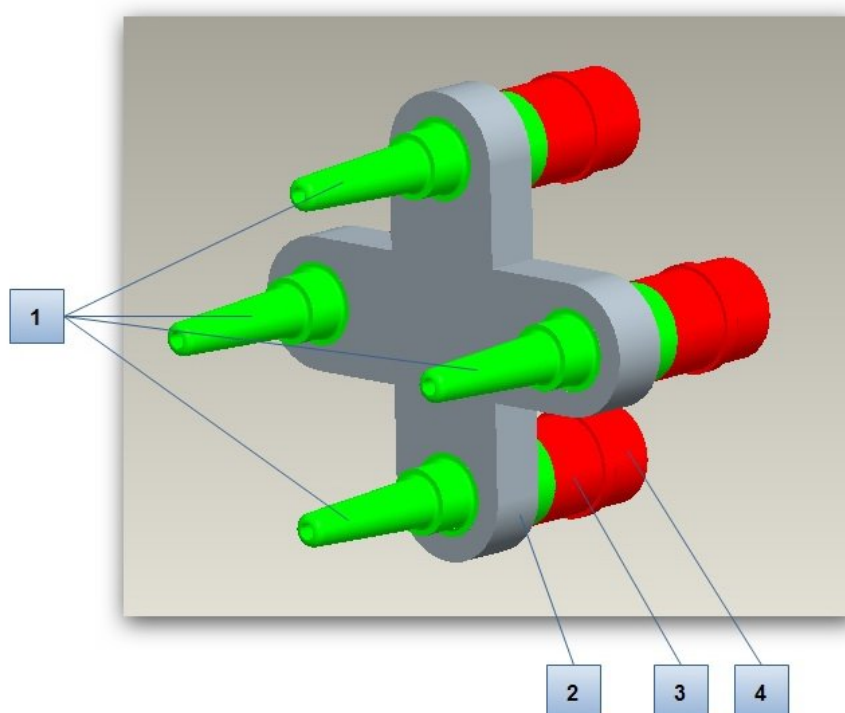
*Obr.14 Varianta A (želatinový filter)*



## 6.2 Varianta B

Umožňuje odber vzoriek vzduchu po jadrovom útoku a po výmene filtra aj po toxickom či biologickom útoku. Odber sa vykonáva prečerpaním vzduchu cez príslušný filter. Prietok vzduchu cez filter pritom musí byť 100 ml/min po dobu minimálne 15 minút.

Na (obr.15) je znázornený efektor na odber vzoriek vzduchu po jadrovom a po výmene filtrov aj po biologickom a chemickom útoku.



Legenda : 1 – sacie hubice, 2 – držiak sacích hubíc, 3 – predný kryt filtra, 4 – zadný kryt filtra

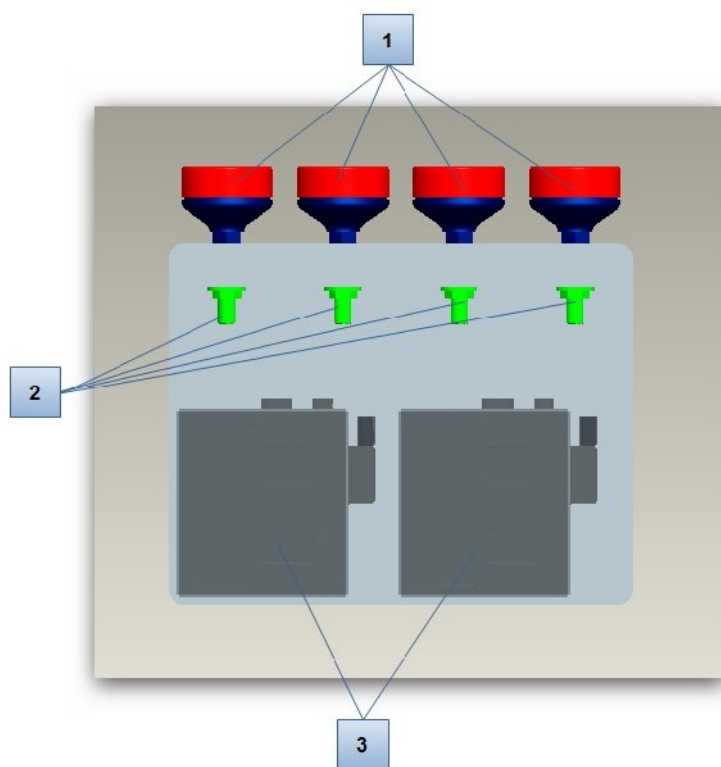
*Obr.15 Varianta B*

### 6.3 Varianta C

Umožňuje odber vzoriek po jadrovom, toxickom a biologickom útoku. Filtre sa dajú vymieňať podľa potreby a druhu útoku. Odber je vykonávaný prečerpávaním vzduchu cez daný filter. Prečerpávanie vzduchu zaisťujú dve čerpadlá, ktoré sú spojené s filtermi cez špeciálne hadičky odolné voči silno chemickým látkam. Čerpadlá s hadičkami sú uložené vo vnútri konzoly, ktorá slúži ako efektor, vzorkovnice s filtermi sú zaskrutkované na čele konzoly. Prietok vzduchu cez filter musí byť 100 ml/min po dobu minimálne 15 minút.

Efektor môže byť použitý ako súčasť robotizovaného ramena alebo vozidla, kde môže byť nainštalovaný na streche, a to ako otočný alebo pevný.

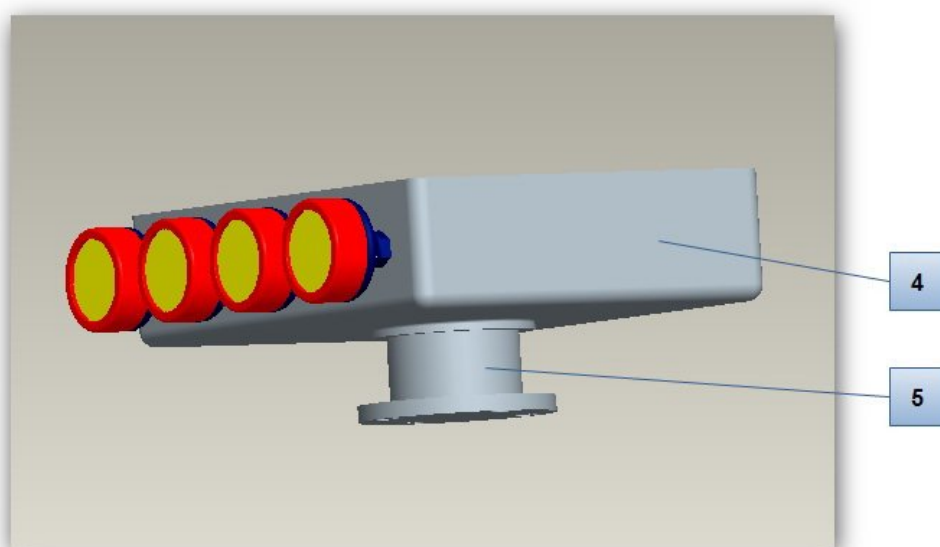
Na (obr.16) je znázornená varianta C (pohľad A).



Legenda : 1 – vzorkovnice s filtermi, 2 – výstupné hubice, 3 - čerpadlá

*Obr.16 Varianta C (pohľad A)*

Na (obr.17) je znázornená varianta C (pohľad B).



Legenda: 4 – uloženie čerpadiel, 5 – príruha efektoru

*Obr.17 Varianta C (pohľad B)*

## **7 Výber optimálnej varianty**

Cieľom výberu optimálnej varianty je porovnať a zhodnotiť varianty riešenia na základe požiadavkového listu a koncepčných návrhov a vybrať najoptimálnejšiu variantu s najlepším konštrukčným riešením.

## 7.1 Kritéria rozhodovania

V tabuľke (tab.3) sú znázornené kritéria rozhodovania.

Kritéria rozhodovania	Druh
F1	Výmena efektoru
F2	Výmena vzorkovníc
F3	Efektivita odberu
F4	Zabránenie vzájomnej kontaminácie
F5	Optimálny odber vzduchu
F6	Dĺžka vedenia vzduchu
F7	Rozmery
F8	Výrobné náklady
F9	Hmotnosť efektoru

*Tab.3 Kritéria rozhodovania*

## 7.2 Hodnotová analýza

Pre viackritériové hodnotenie je použitá bodová stupnica . V tabuľke (tab.4) je uvedený rozsah stupňov, ktoré sa blížia k ideálnej variante.

V tabuľke sa nachádza tiež koeficient významnosti a varianty riešenia sú hodnotené podľa zvolených kritérií.

Rozsah stupňov	Počet bodov
Veľmi dobre	5
Dobre	4
Dostatočne	3
Únosne	2
Nevyhovujúce	1

*Tab.4 Rozsah stupňov hodnotovej analýzy*

### Koeficienty významnosti:

V tabuľke (tab.5) je zobrazená analýza koeficientu významnosti.

Technické požiadavky	Koeficient Významnosti	Varianty						Ideálne riešenie	
		A	A"	B	B"	C	C"	I	I"
Efektivita odberu	5	5	25	4	20	5	25	5	25
Vzájomná kontaminácia	5	5	25	5	25	4	20	5	25
Výmena vzorkovníc	4	4	16	3	12	4	16	5	20
Výmena efektoru	4	5	20	5	20	2	8	5	20
Optimálny odber vzduchu	4	4	16	3	12	4	16	5	20
Dĺžka vedenia vzduchu	3	3	9	3	9	5	15	5	15
Rozmery	4	5	20	4	16	3	12	5	20
Výrobné náklady	3	4	12	4	12	4	12	5	15
Hmotnosť efektoru	3	5	15	4	12	3	9	5	15
		$\Sigma = 158$		$\Sigma = 138$		$\Sigma = 133$		$\Sigma = 175$	
		0,903		0,789		0,76			

Tab.5 Koeficient významnosti

### **Výpočet celkovej hodnotovej analýzy:**

$A'' = A \cdot \text{koeficient významnosti}$

$$Tha(A) = \frac{\sum A''}{\sum I''} = \frac{158}{175} = \underline{\underline{0,903}}$$

$$Tha(B) = \frac{\sum B''}{\sum I''} = \frac{138}{175} = \underline{\underline{0,789}}$$

$$Tha(C) = \frac{\sum C''}{\sum I''} = \frac{175}{133} = \underline{\underline{0,76}}$$

Po výpočte celkovej hodnotovej analýzy mi ako najlepšie konštrukčné riešenie vyšla varianta A.

## **8 Vybraná varianta efektoru**

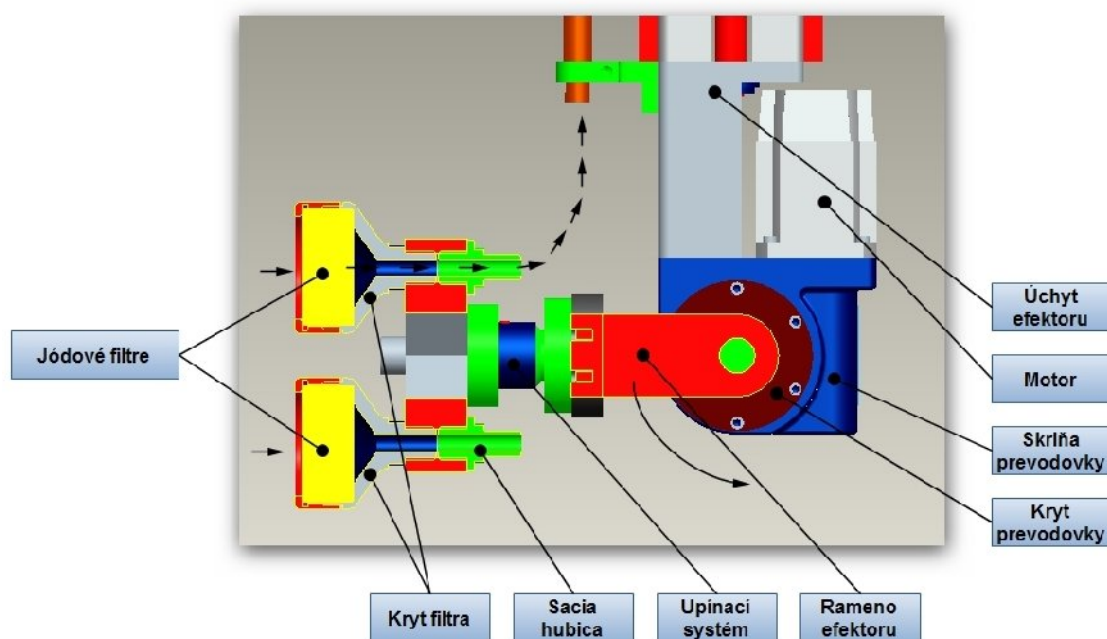
### **8.1 Efektor ako celok**

Efektor ako celok rozoberiem po častiach a to zvlášť pre radiačný, chemický a biologický odber.

### 8.1.1 Efektor pre odber vzorky vzduchu po jadrovom útok

Efektor je tvorený jódovými filtrami, ktoré sú upevnené a zakrytované v kryte filtrov. Jódové filtre sú spolu s krytmi filtrov uchytané do krížového držiaku filtrov.

Na (obr.18) je znázornený rez efektorom a šípkami je naznačené prúdenie vzduchu.



*Obr.18 Rez efektorom pre odber vzoriek po jadrovom útok*



### 8.1.2 Jódový filter

Ako optimálny filter pre efektor na odber vzorek vzduchu po jadrovom výbuchu som zvolil jódový filter TC-12 (obr.19) od firmy HI-Q ENVIRONMENTAL PRODUCTS CO<sup>2</sup>. Filter TC-12 je zložený zo sklených vlákien a aktívneho uhlia alebo zoelitu.



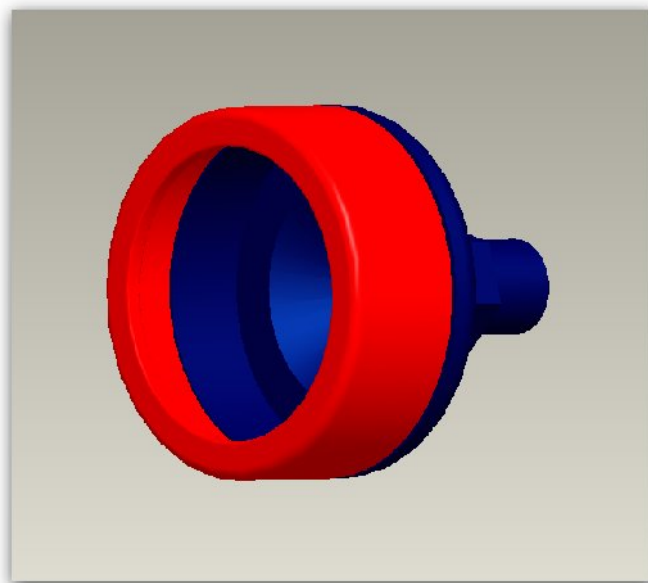
*Obr.19 Filter TC-12*

---

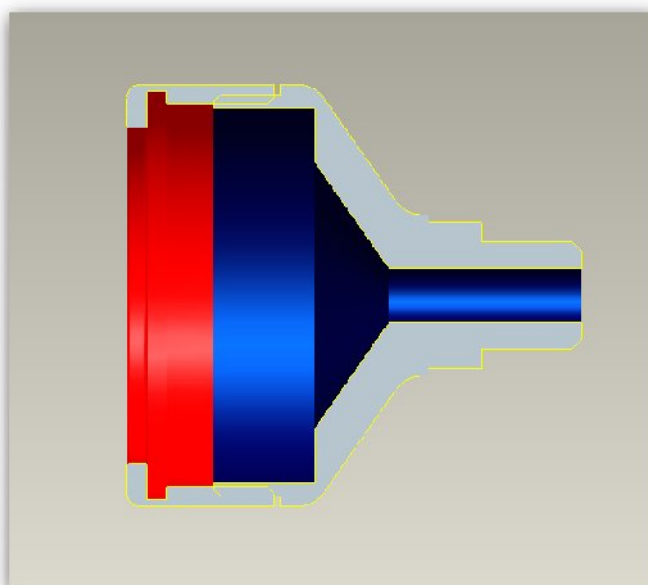
<sup>2</sup> <http://www.hi-q.net/products/filter-media-for-air-samplers/default.html>

### 8.1.3 Držiak filtra

Držiak filtra (obr.20) sa skladá z dvoch častí - predného krytu a zadného krytu, pričom obidva kryty sú k sebe priskrutkované. Zadný kryt tvorí aj vývod vzduchu, ktorý je ďalej vedený do hadíc a vzduchového vedenia.



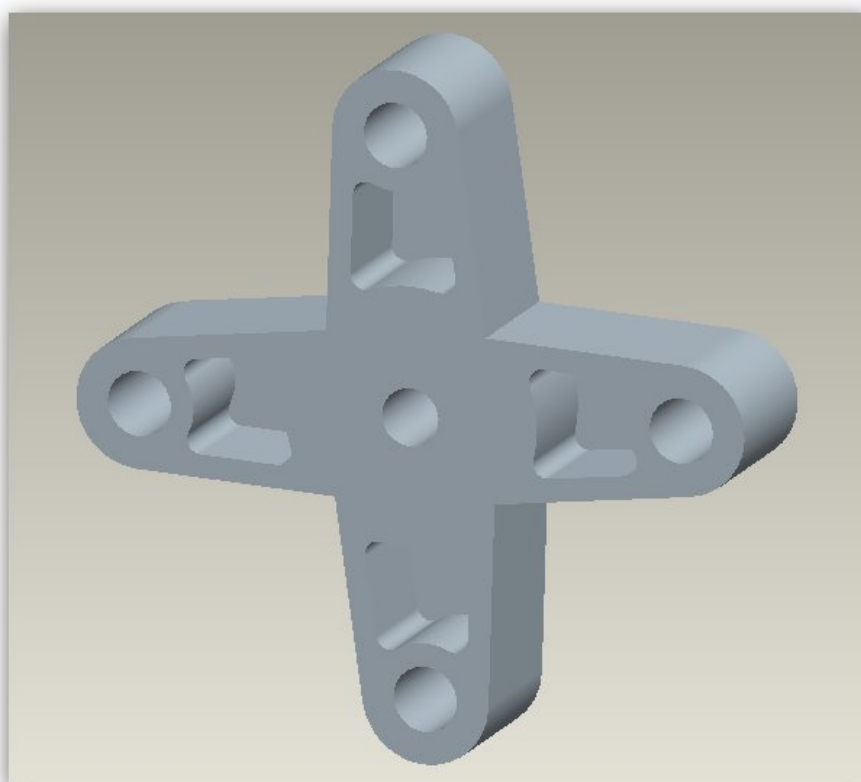
*Obr.20 Držiak filtra*



*Obr.21 Rez držiakom filtra*

#### 8.1.4 Držiak vzorkovníc

Držiak vzorkovníc (obr.22) je riešený krížovo a zabezpečuje, aby boli vzorkovnice od seba oddelené a aby nedošlo k vzájomnej kontaminácii, čo by malo za následok znehodnotenie vzorek. Vzorkovnice sú k držáku priskrutkované.

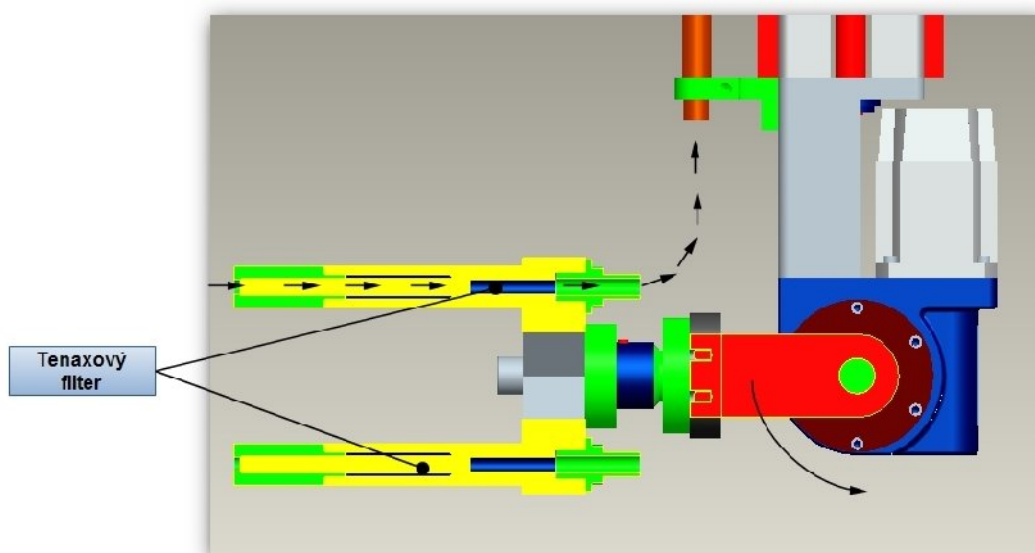


*Obr.22 Držiak vzorkovníc*

### 8.2.1 Efektor pre odber vzoriek vzduchu po chemickom útoku

Efektor je tvorený vzorkovnicami, v ktorých sú uložené tenaxové tyčinky pre odber toxických chemických látok. Tyčinky sú uzatvorené v kryte tyčiniek, ktorý je zložený z dvoch častí a chráni tenaxovú tyčinku. Kryt s tenaxovými tyčinkami je zaskrutkovaný do krížového držiaku vzorkovnic.

Na (obr.23) je rez efektorom pre odber vzoriek vzduchu po chemickom útoku.



*Obr.23 Rez efektorom pre odber vzorek po chemickom útoku*

### 8.2.2 Tenaxová tyčinka

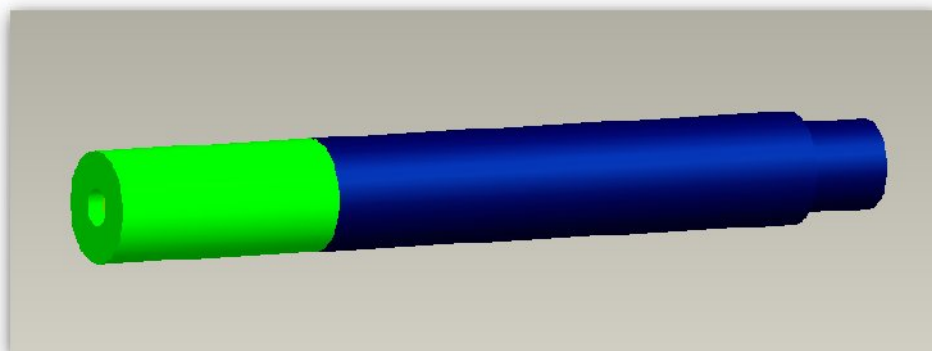
Je to termodesorbčná trubička (obr.24) z nehrdzavejúcej ocele s náplňou absorbentu Chromosorb 106, Tenax TA alebo GC.



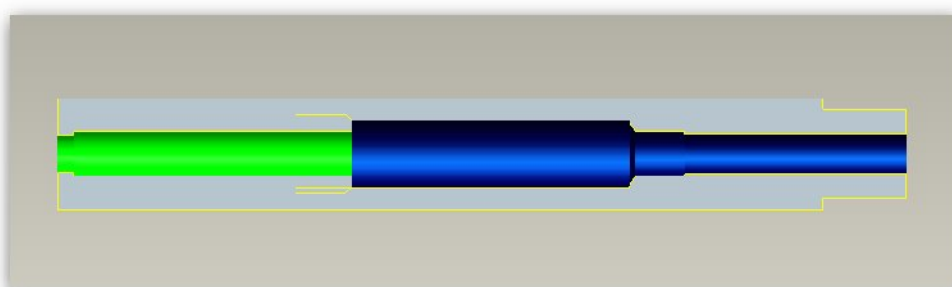
*Obr.24 Tenaxová tyčinka*

### 8.2.3 Kryt tenaxovej tyčinky

Kryt tenaxovej tyčinky (obr.25) sa skladá z dvoch častí, predného krytu a zadného krytu, pričom obidva kryty sú k sebe priskrutkované. Zadný kryt tvorí aj vývod vzduchu, ktorý je ďalej vedený do hadíc a vzduchového vedenia.



*Obr.25 Kryt tenaxovej tyčinky*



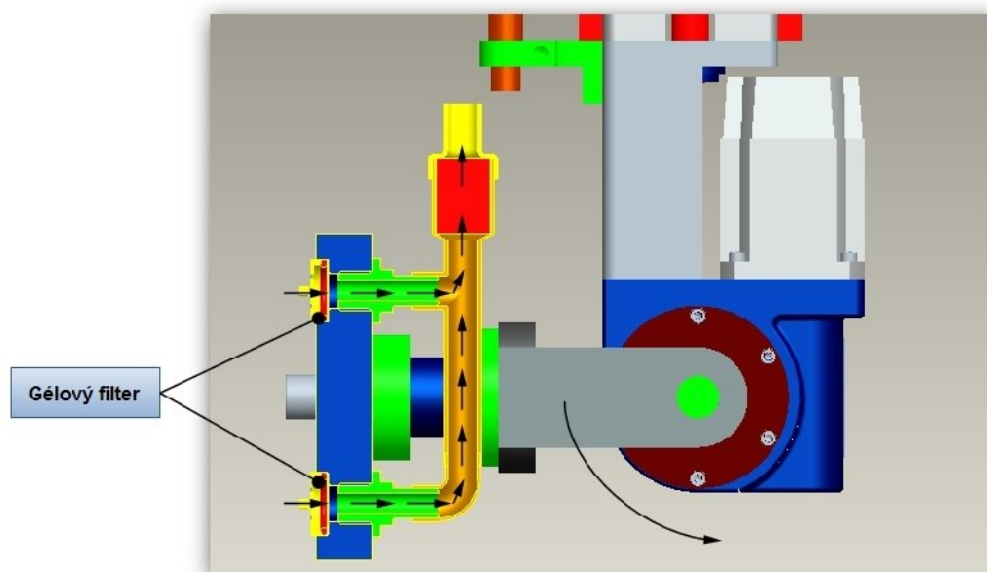
*Obr.26 Rez krytom tenaxovej tyčinky*

#### **8.2.4 Držiak vzorkovníc**

Rovnaký ako pri efektore s jódovým filtrom.

### 8.3.1 Efektor pre odber vzorky vzduchu po biologickom útoku

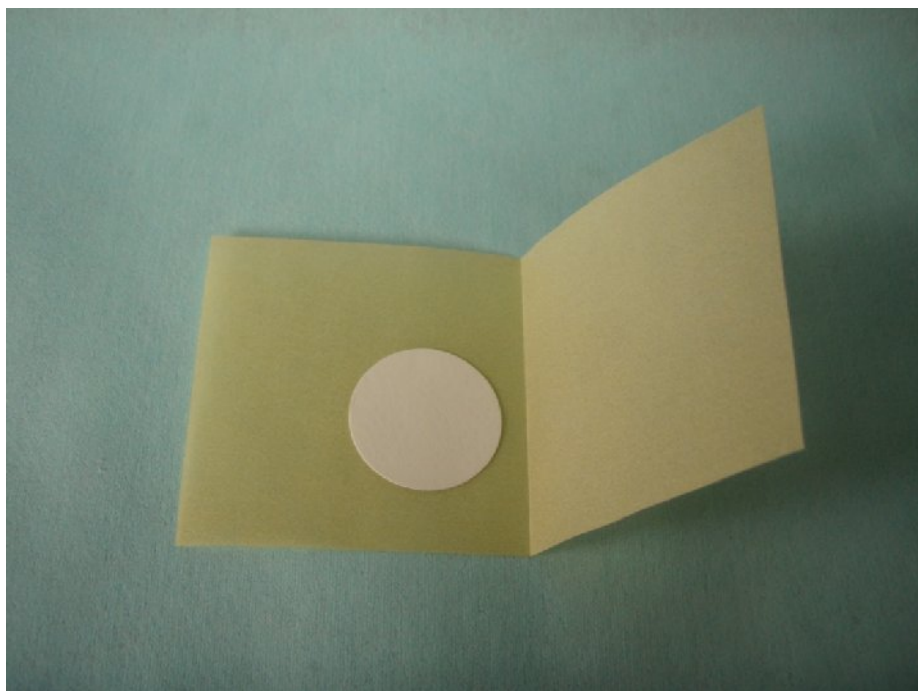
V tomto prípade sú vzorky odoberané do gélového filtra, ktorý je súčasťou držiaka vzorkovníc (obr.27). Zakrytované sú vekami, ktoré sú naskrutkované v držiaku vzorkovníc.



*Obr.27 Rez efektorom pre odber vzoriek po biologickom útoku*

### 8.3.2 Gélový filter

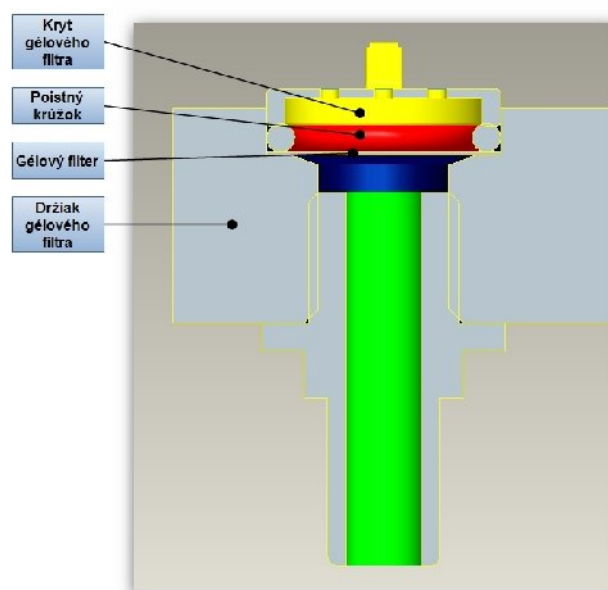
Je určený na detekciu a analýzu mikróbov nachádzajúcich sa vo vzduchu. Gélový filter (obr.28) umožňuje zachytávať nielen baktérie a plesne, ale je účinný aj na zachytávanie vírusov. Na zachytávanie mikroorganizmov nachádzajúcich sa vo vzduchu je filter napustený vysoko vlhkou želatínou, ktorá zabraňuje vysušeniu zachytených mikróbov a udržiava životoschopnosť citlivých mikroorganizmov počas odberu vzorky.



*Obr.28 Gélový filter*

### 8.3.3 Kryt gélového filtra

Kryt gélového filtra (obr.29) slúži zároveň aj ako držiak vzorkovníc.



*Obr.29 Držiak vzorkovníc gélových filtrov*



## 8.4 Výmenný systém efektoru

Pre výmenu efektorov som zvolil výmenný systém(obr.30) od firmy SCHUNK<sup>3</sup>. Systém má nosnosť 2 kg čo plne postačuje pre konštrukciu efektoru.

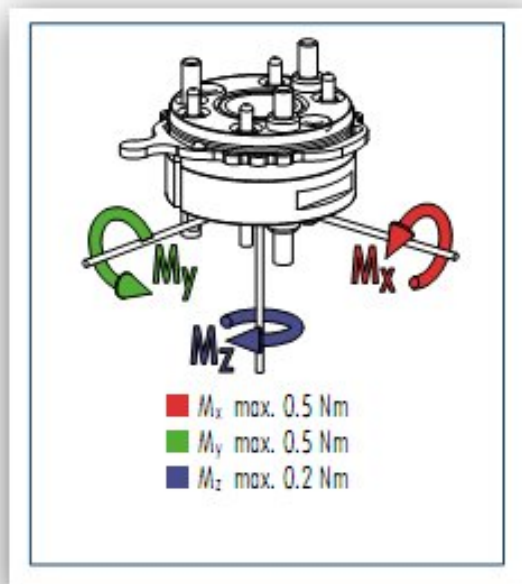


Legenda : 1 – čelná plocha, 2 – uzamykací prstenec, 3 – zaistenie proti pootočeniu,  
4 – uzamykací mechanizmus, 5 – vedenie pneumatiky, 6 – vedenie elektriny

*Obr.30 Výmenný systém SCHUNK*

<sup>3</sup>[http://www.de.schunk.com/schunk/schunk\\_websites/products/products\\_level\\_3/product\\_level3.html?product\\_level\\_3=293&product\\_level\\_2=252&product\\_level\\_1=244&country=DEU&IngCode=DE&IngCode2=DE#](http://www.de.schunk.com/schunk/schunk_websites/products/products_level_3/product_level3.html?product_level_3=293&product_level_2=252&product_level_1=244&country=DEU&IngCode=DE&IngCode2=DE#)

**Zataženie systému momentami (obr.31):**



*Obr.31 Zaťaženie systému momentami*

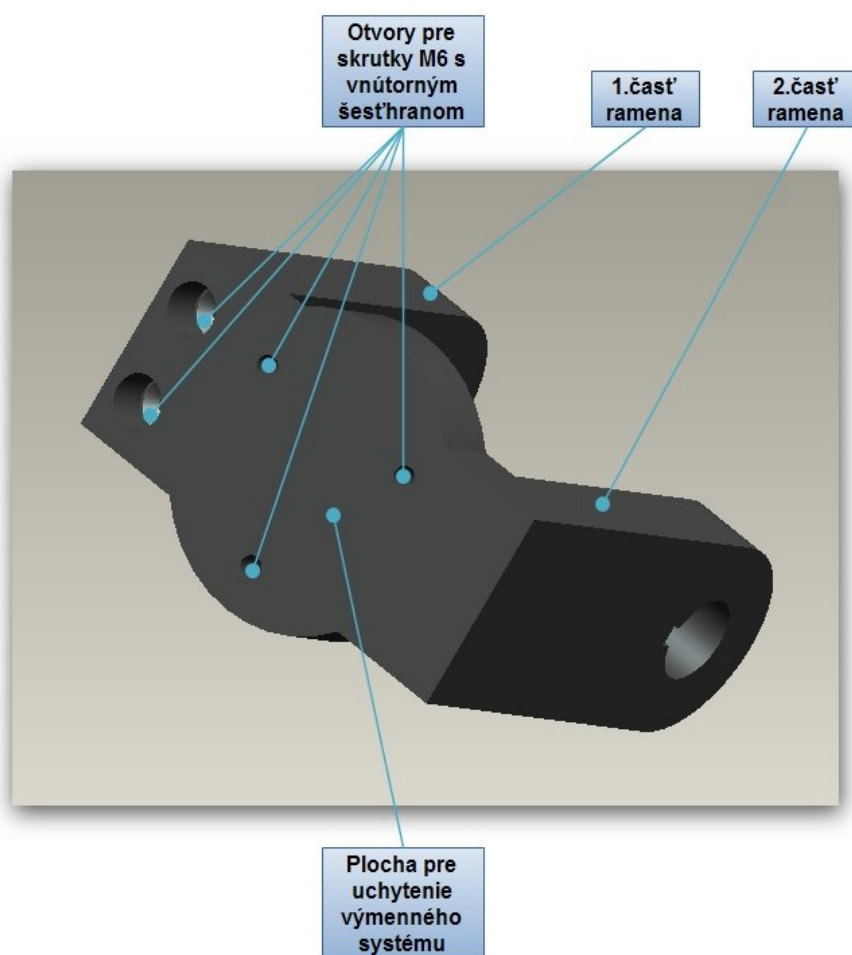
**Funkcia výmenného systému:**

System spočíva vo vytlačaní guľčiek, ktoré zabezpečuje čap so skosenými plochami. Tieto guľčky sú vtlačané do drážok protikusu, čím je zabezpečené uzamknutie efektora s ramenom a taktiež prepojenie elektrieky a pneumatiky. Výmenný systém sa dá taktiež uzamykať ručne.

## 8.5 Rameno efektoru

Rameno efektoru (obr.32) je zložené z dvoch dielov, ktoré sú k sebe priskrutkované dvomi skrutkami M6 s vnútorným šesťhranom.

Prednú časť ramena tvorí plocha, ktorá slúži na uchytenie efektoru cez výmenný systém efektoru. Výmenný systém je k ploche ramena efektoru priskrutkovaný tromi skrutkami M6 s vnútorným šesťhranom.

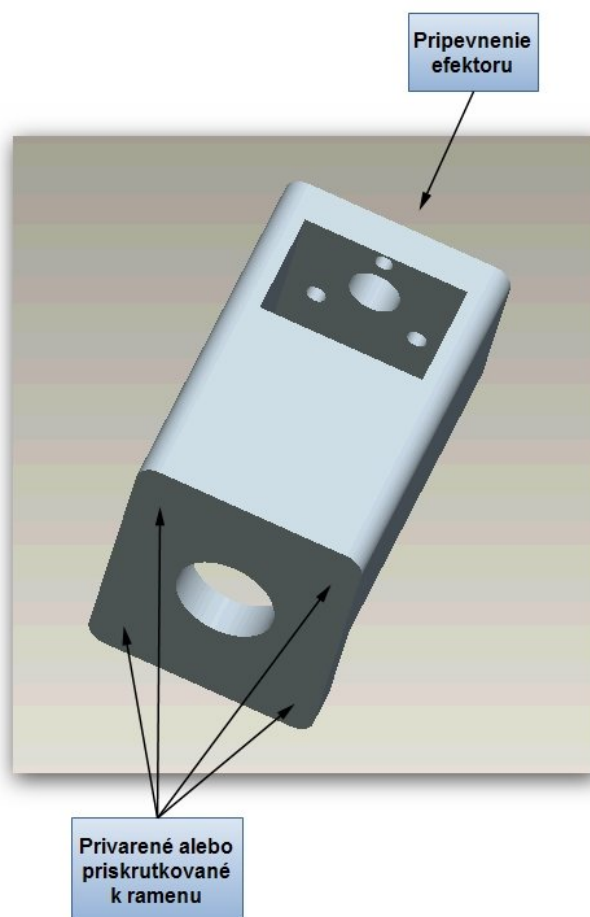


*Obr.32 Rameno efektoru*

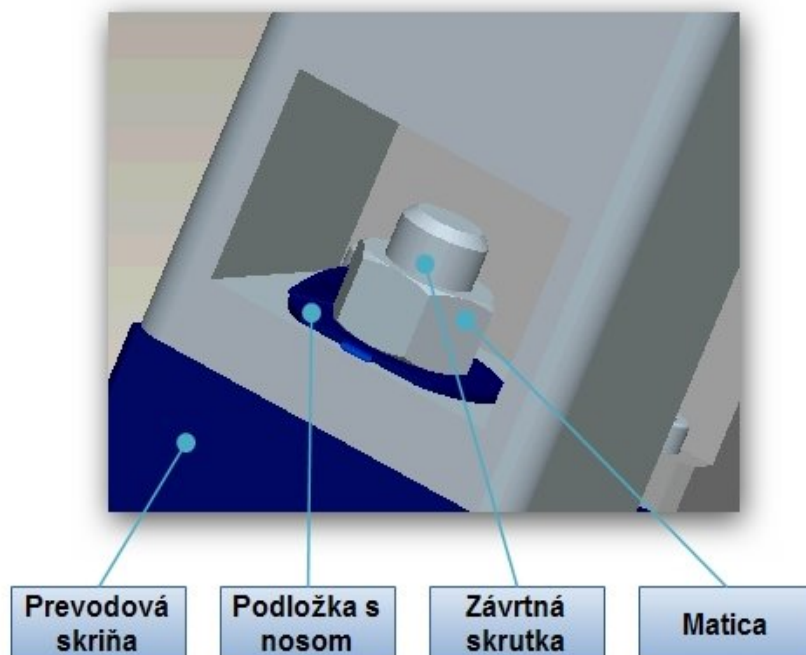
## 8.6 Držiak efektoru

Držiak efektoru (obr.33) je súčasne aj krytom motora. Je nosnou časťou celého efektoru. Predná časť držiaka slúži na prichytenie celej sústavy efektoru cez prevodovú skriňu. Uchytenie (obr.34) zabezpečuje závrtná skrutka a matica, ktorá je poistená špeciálnou podložkou s nosom.

Zadná časť je privarená alebo priskrutkovaná k ramenu servisného robota.



*Obr.33 Držiak efektoru*



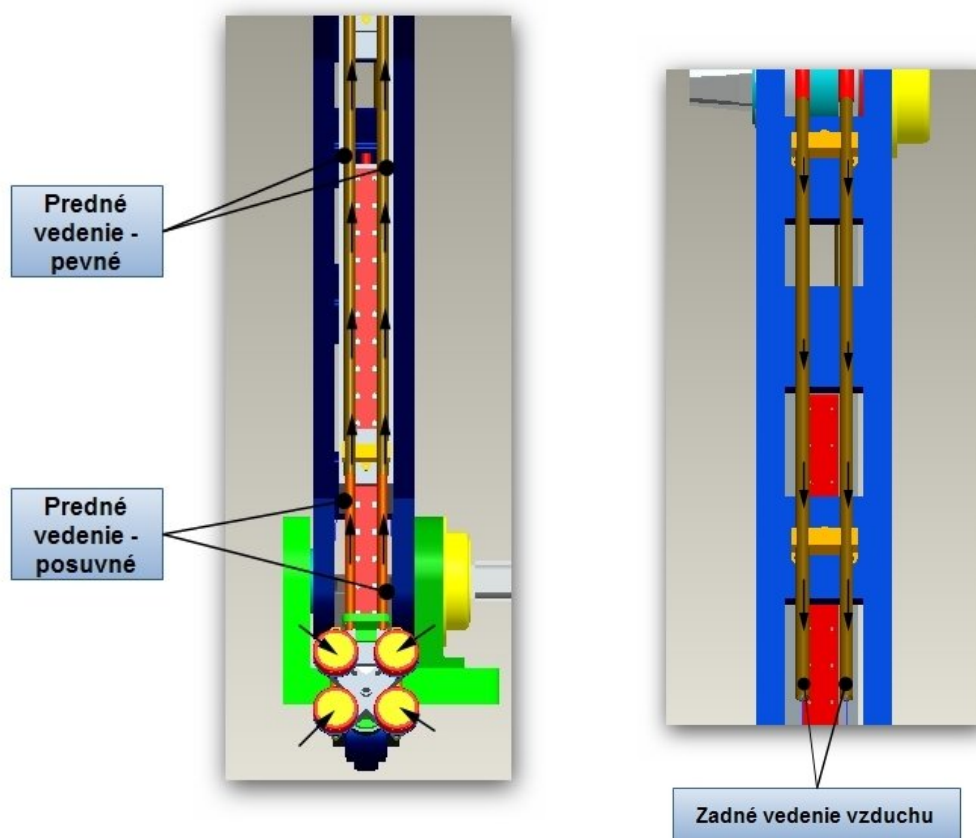
*Obr.34 Uchytenie*

## 8.7 Sacie vedenie efektoru

Je rozdelené na sacie vedenie predného ramena (obr.35) a sacie vedenie zadného ramena (obr.36).

Sacie vedenie predného ramena je prepojené s efektorom pomocou špeciálnych chemicky vysoko odolných hadíc, ktoré sú prepojené so sacím vedením predného efektoru.

Sacie potrubie predného ramena je konštruované ako výsuvné, čiže jedna trubka sa zasúva do druhej. Je to výhodné z hľadiska kompaktnosti a optimálneho využitia celej sacej sústavy. Sacie potrubie predného a zadného ramena je takisto prepojené špeciálnymi chemicky vysoko odolnými hadícami. To isté platí aj pre prepojenie zadného sacieho potrubia a čerpadiel.



*Obr.35,36 Sacie potrubie predného a zadného ramena*

## 8.8 Čerpadlá vzduchu

Súbor samostatných membránových čerpadiel od firmy SKC (obr.37) obsahuje dve čerpadlá prepojené s absorbčnými filtrami plastovými hadičkami od firmy TIGON<sup>4</sup>.

Obidve čerpadlá sú určené na odber vzoriek vzduchu, či už po jadrovom chemickom alebo biologickom útoku.

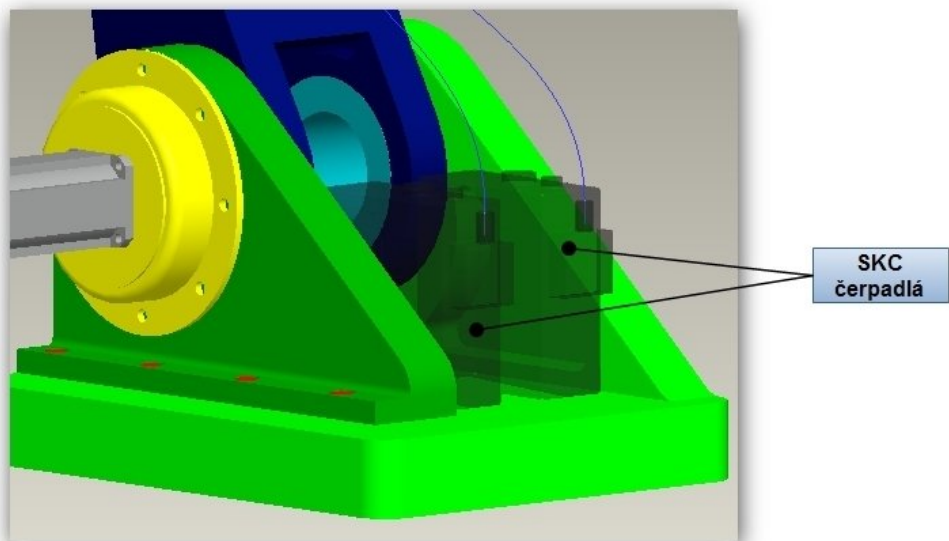
Každé čerpadlo je napájané samostatne z vymeniteľného NiCad akumulátora 4,8V / 2Ah. Pod čerpadlami sú umiestnené nabíjacie bloky určené na dobíjanie akumulátorov čerpadiel.

<sup>4</sup> <http://www.tygon.com/landingimg.aspx?id=180888>

**Technické parametre čerpadla (tab.6):**

Pracovný rozsah nastavenia prietoku	500 – 4000 ml/min
S držiakom s nastaviteľným prietokom	5 - 500 ml/min
Stabilita prietoku	5% z nastavenej hodnoty prietoku +/-
Hmotnosť	964g
Rozmery	49x119x130 mm

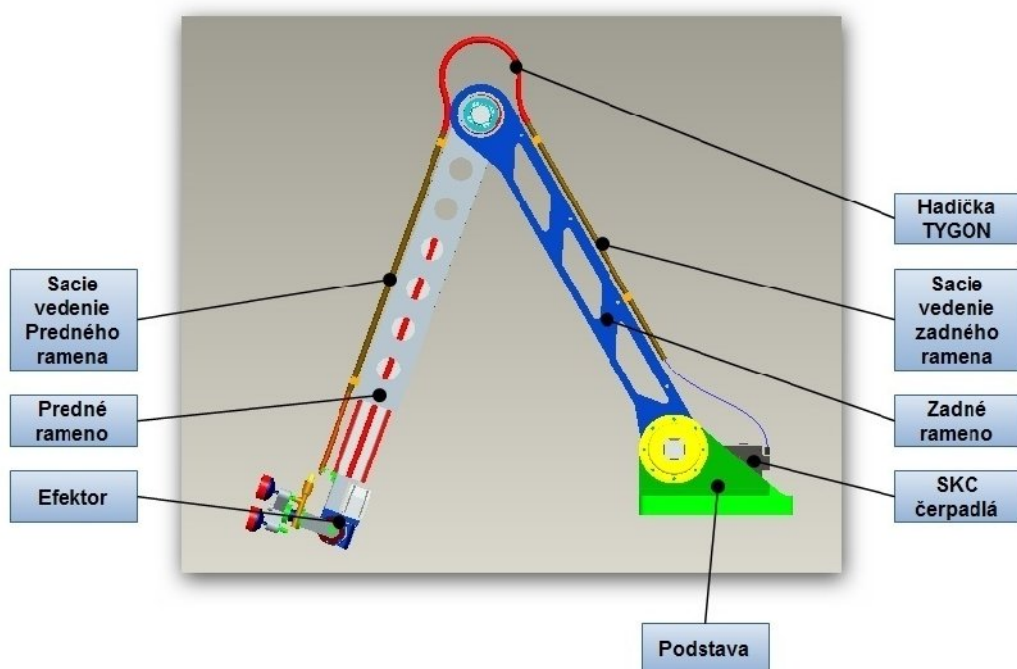
*Tab.6 Technické parametre čerpadla SKC*



*Obr.37 SKC čerpadlá*

## 8.9 Pohľad na rameno a efektor ako na celok

Je tu zobrazené celé rameno so sacím potrubím, efektor a podstava, na ktorej sú uložené SKC čerpadlá (obr.38).



Obr.38 Pohľad na rameno a efektor ako na celok



## 9 Výpočty konštrukčne dôležitých súčastí efektoru

### 9.1 Výpočet závitovkového prevodu

Prevodové číslo:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{22}{1}$$

$$u = \underline{\underline{22}}$$

Modul [mm]	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
q	16	12	12		9		8	8		8
			14		10		9	10		
					12		10			
					14		12			

Tab.7 Doporučené priradenie súčiniteľa priemeru závitovky – q k modulu - m

Volím modul  $m_n=2\text{mm}$  a súčiniteľ priemeru závitovky  $q=16$  (tab.7).

Priemer rozstupovej kružnice:

$$d_1 = q \cdot m_n = 16 \cdot 2$$

$$d_1 = \underline{\underline{32\text{mm}}}$$

$$d_2 = z_2 \cdot m_x = 22 \cdot 2$$

$$d_2 = \underline{\underline{44\text{mm}}}$$

**Priemer hlavovej kružnice:**

$$d_{a1} = d_1 + 2.h_a = 32 + 2.2$$

$$d_{a1} = \underline{\underline{36mm}}$$

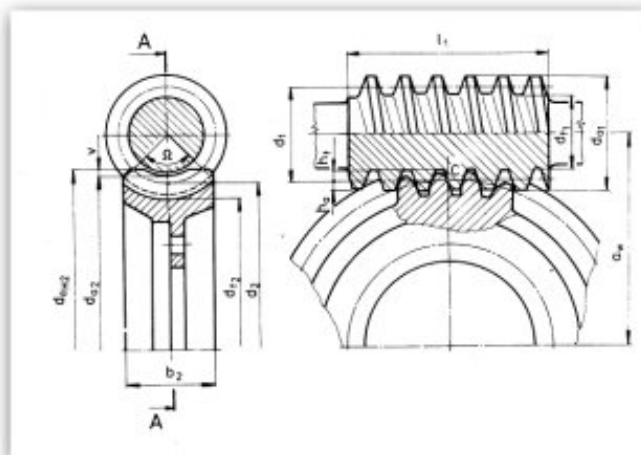
$$d_{a2} = d_2 + 2.h_a = 44 + 2.2$$

$$d_{a2} = \underline{\underline{48mm}}$$

**Výška hlavy zuba:**

$$h_a = 1.m_n = 1.2$$

$$h_a = \underline{\underline{2mm}}$$



Obr.39 Rozmery šneku a šnekového kola

**Výška päty zuba:**

$$h_f = 1,2.m_n = 1,2.2$$

$$h_f = \underline{\underline{2,4mm}}$$

z1	1	2	3	4
v`	1	0,75	0,75	0,75

Tab.8 Vol'ba hlavového prevýšenia

Hlavové prevýšenie volím podľa počtu zubov závitovky  $v'=1$  (tab.8).

**Hlavové prevýšenie:**

$$v = v' . m = 1.2$$

$$v = \underline{\underline{2mm}}$$

**Vonkajší priemer venca kolesa:**

$$d_{aH2} = d_{a2} + 2.v = 48 + 2.2$$

$$d_{aH2} = \underline{\underline{52mm}}$$

**Uhol stúpania na rozstupovej kružnici:**

$$\sin \gamma = \frac{z_1}{q} = \frac{1}{16}$$

$$\gamma = \underline{\underline{3.28332^\circ}}$$

**Osový modul:**

$$m_x = \frac{m_n}{\cos \gamma} = \frac{2}{\cos 3,58332}$$

$$m_x = \underline{\underline{2,0039mm}}$$

**Rozstup v normálovej rovine:**

$$p_n = \pi.m_n$$

$$p_n = \underline{\underline{6,28mm}}$$

**Rozstup v osovej rovine:**

$$p_x = \pi.m_x$$

$$p_x = \underline{\underline{6,29mm}}$$

**Hlavová vôľ'a:**

$$c_a = 0,2 \cdot m_n = 0,2 \cdot 2$$

$$c_a = \underline{\underline{0,4mm}}$$

**Polomer zaoblenia prechodovej krivky:**

$$r_f = 0,3 \cdot m_n = 0,3 \cdot 2$$

$$r_f = \underline{\underline{0,6mm}}$$

**Šírka ozubeného venca kolesa:**

$$b_2 = 0,75 \cdot \left(1 + \frac{2}{q}\right) \cdot d_1 = 0,75 \cdot \left(1 + \frac{2}{16}\right) \cdot 32$$

$$b_2 = \underline{\underline{27mm}}$$

**Dĺžka závitovky:**

$$l_1 = (11 + 0,06 \cdot z_2) \cdot m = (11 + 0,06 \cdot 22) \cdot 2$$

$$l_1 = \underline{\underline{24,64mm}}$$

**Osová vzdialenosť:**

$$a = \frac{(d_1 + d_2)}{2} = \frac{32 + 44}{2}$$

$$a = \underline{\underline{38mm}}$$

**Treťí uhol:**

Statický súčiniteľ trenia  $\mu_z$  je v rozmedzí od 0,09-0,14.

Volím  $\mu_z = 0,11$ .

$$\varphi = \arctg(\mu_z) = \arctg(0,11)$$

$$\varphi = \underline{\underline{6,28^\circ}}$$

**Účinnosť prevodu:**

$$\eta_z = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \varphi)} = \frac{\operatorname{tg} 3,58}{\operatorname{tg}(3,58 + 6,28)}$$

$$\eta_z = 0,36 = \underline{\underline{36\%}}$$

Keď je statická účinnosť prevodu nižšia ako 50% je prevodovka staticky samosvorná.

**9.2 Výpočet pohonu****Výsledný moment na efektore:**

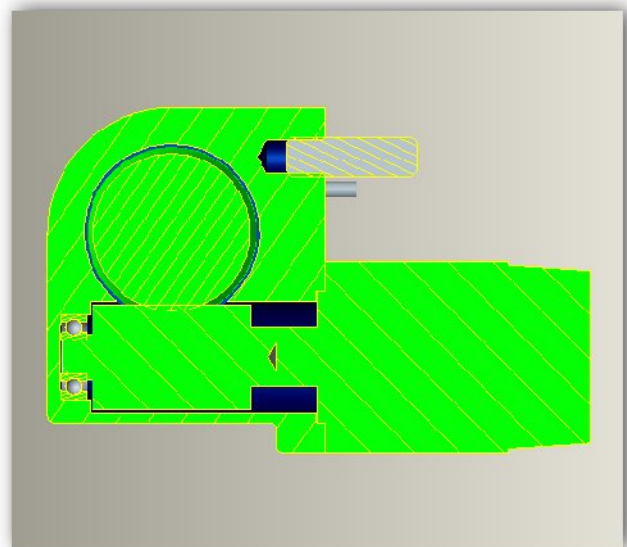
$$M_v = F \cdot r = 20.0,214$$

$$M_v = \underline{\underline{4,28 N.m}}$$

zadané hodnoty:  $n_v = 60 \text{ ot} / \text{min}$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n_v = 2 \cdot \pi \cdot 1$$

$$\omega = \underline{\underline{6,283 \text{ rad} / \text{s}}}$$



Obr.40 Motor AKM 21E a šnekový prevod

**Potrebný výkon motora:**

$$P = M_V \cdot \omega = 4,28.6,283$$

$$P = \underline{\underline{26,89W}}$$

**Zvolený motor (tab.9)**

AKM 21 E<sup>5</sup>, 75VDC

Menovitý výkon	100 W
Menovité otáčky	2000ot/min
Menovitý krútiaci moment	48mNm
Prevodový pomer	22:01

*Tab.9 Tabuľka parametrov zvoleného motora*

**Kontrola zvoleného motora:**

$$n = \frac{n_0}{i} = \frac{2000}{22} = \underline{\underline{90,91ot / min}}$$

$$M_{k \max} = M_{nm} \cdot u \cdot \eta_z = 0,048.22.0,36$$

$$M_{k \max} = \underline{\underline{0,38N.m}}$$

$$M_V = 4,28N.m > M_{k \max} = 0,908N.m \Rightarrow \underline{\underline{vyhovuje}}$$

---

<sup>5</sup>[www.danahermotion.com/website/com/eng/download/document/200608011600510.AKM\\_Selection\\_Guide.pdf](http://www.danahermotion.com/website/com/eng/download/document/200608011600510.AKM_Selection_Guide.pdf)

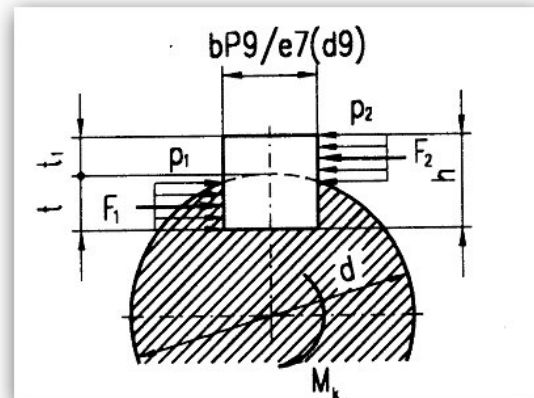
### 9.3 Výpočet perového spoja

Výpočet tlaku medzi bokom drážky v hriadeľi a perom:

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_1}{l \cdot t} \leq p_D$$

$$F_1 = \frac{M_k}{\frac{d}{2} - \frac{t}{2}} = \frac{2 \cdot M_k}{d} = \frac{2 \cdot 0,38}{0,017} = \underline{\underline{44,7 N}}$$

$$p_1 = \frac{44,7}{12,6 \cdot 3,5} = \underline{\underline{1,48 MPa}} \leq 120 MPa$$



Obr.41 Zaťaženie perového spoja

Výpočet tlaku medzi bokom drážky v náboji a perom:

$$p_2 = \frac{F_2}{S_2} = \frac{F_2}{t_1 \cdot (l - b)} \leq p_D$$

$$F_2 = \frac{M_k}{\frac{d}{2} - \frac{t_1}{2}} = \frac{2 \cdot M_k}{d} = \frac{2 \cdot 0,38}{0,017} = \underline{\underline{44,7 N}}$$

$$p_2 = \frac{44,7}{3,5 \cdot (12,6 - 4)} = \underline{\underline{1,48 MPa}} \leq 120 MPa$$

## Záver

Cieľom mojej bakalárskej práce bolo navrhnúť efektor na odber vzoriek plynu po jadrovom, chemickom a biologickom útoku.

Činnosť mnou navrhnutého efektora spočíva v nasávaní kontaminovaného vzduchu, ktoré zabezpečujú dve SKC čerpadlá. Kontaminovaný vzduch je pritom vedený cez špeciálne filtre – jódový, tenaxovú tyčinku alebo želatinový, podľa druhu kontaminácie. Filtre sú uložené v špeciálnych vzorkovniciach, ktoré sú priskrutkované k držiaku vzorkovnic. Odtiaľ je vzduch nasávaný cez vzduchové vedenie ramena. Vo vzduchovom vedení sú prídavné filtre, ktoré zabezpečujú čo najmenšiu kontamináciu celého systému.

Vzorkovnice s držiakom vzorkovnic je možné jednoducho vymieňať pomocou výmenného systému od firmy SCHUNK, takže aj pri dlhších operáciách v zamorenom prostredí je možná výmena držiaka vzorkovnic za iný. Tento fakt zefektívňuje celý odber a je výhodný aj z hľadiska celkových nákladov.

Rameno efektora je zložené z dvoch dielov, čo je výhodné z hľadiska montáže, a je otočne uchytené k hriadeľu šnekového kolesa.

Použil som závitovkový prevod s valcovou závitovkou kôli výkonom, ktoré sú schopné prenášať (60 až 200kW), majú malú hmotnosť, rozmery a konštrukčne sú kompaktné, taktiež majú tichý chod. Síce má tento prevod malú účinnosť, ale je staticky samosvorný, čiže nemusí byť motor opatrený brzdou.

Ako pohon som zvolil motor od firmy AKM, ktorý som predimenzoval a to z toho dôvodu, že v budúcnosti plánujem využiť efektor aj na iné účely ako je odber plynov.

Držiak efektora má zároveň aj funkciu krytu motora. Drží celý efektor, čiže slúži ako nosná časť a je pevne uchytený k ramenu robota.

V tejto práci je nutné ešte doriešiť elektroniku – riadiace jednotky pohonu, napájanie, systém komunikácie s operátorom. Taktiež musí byť efektor vybavený kamerovým systémom.

Z hľadiska výpočtov som počítal len najdôležitejšie súčasti, hlavne šnekový prevod, pohon efektora a perový spoj. Ostatné súčasti sú tak málo namáhané, že ich výpočty by boli zbytočné (celý efektor váži 3,7kg).



Technická správa je zameraná na základné prvky – návrh, kontrolné výpočty a pod. ďalej môže byť rozvíjaná do detailov.

Nevýhoda tohto systému je pomerne dlhé vedenie vzduchu, ktoré by som chcel v budúcnosti skrátiť. Ale inak som splnil všetky požiadavky, ktoré som si na začiatku návrhu zvolil a to hlavne – nízka hmotnosť, malé rozmery a kompaktnosť celého efektoru ako aj efektívnosť odberu plynu.

V tab.10 sú zhrnuté najdôležitejšie parametre efektoru.

		Varianta A - jódový filter	Varianta A - tenaxová tyčinka	Varianta A - želatínový filter
Rozmery	výška	145mm	145mm	130mm
	šírka	145mm	145mm	130mm
	dĺžka	215mm	300mm	155mm
Hmotnosť		3,4kg	3,1kg	3,7kg
Motor		pracovné napätie prúd/fáza odpor/fáza indukčnosť/fáza príkon hmotnosť	75VDC 12,4A 3,2Ω 5,2mH 0,1kW 0,82kg	
Prevod		závitovkový		

*Tab.10 Najdôležitejšie parametre efektoru*

Podľa zadania bakalárskej práce som splnil všetky jej body - rešeržia, návrh vhodných variánt efektoru, hodnotová analýza a výber optimálnej varianty. Vybranú variantu som namodeloval v ProE ako 3D model a taktiež vykreslil zostavné výkresy efektoru a k celému efektoru vyhotovil technickú správu.

## Súpis citácií

<sup>1</sup>[http://www.global-defence.com/2003/bruker\\_profile.htm](http://www.global-defence.com/2003/bruker_profile.htm)

<sup>2</sup><http://www.hi-q.net/products/filter-media-for-air-samplers/default.html>

<sup>3</sup>[http://www.de.schunk.com/schunk/schunk\\_websites/products/products\\_level\\_3/product\\_level3.html](http://www.de.schunk.com/schunk/schunk_websites/products/products_level_3/product_level3.html)?product\_level\_3=293&product\_level\_2=252&product\_level\_1=244&country=DEU& lngCode=DE&lngCode2=DE#

<sup>4</sup> <http://www.tygon.com/landingimg.aspx?id=180888>

<sup>5</sup>[www.danahermotion.com/website/com/eng/download/document/200608011600510.AKM\\_Selection\\_Guide.pdf](http://www.danahermotion.com/website/com/eng/download/document/200608011600510.AKM_Selection_Guide.pdf)

## Zoznam použitých prameňov

- [1] BOHÁČEK, František a kol. *Části a mechanismy strojů III. – Převody*. Brno: VUT – Brno, 1987, 267 s.
- [2] ČAPOUN, T. a kol. *Havárie s únikem nebezpečných látek a protichemická opatření – učební texty*. 1. vydání. Lázně Bohdaneč: ICO ČR, 1999. 230 s.
- [3] DEJL, Zdeněk. *Konstrukce strojů a zařízení I. – Spojovací části strojů*. Ostrava: MONTANEX a.s., 2000, 223 s.
- [4] CHURÁČEK, Jaroslav. *Analytická separace látek*. 1. vyd. Praha: SNTL Praha, 1990, 384 s.
- [5] CHURÁČEK, Jaroslav aj. *Analytická toxikologie – skriptum*. Pardubice: VŠCHT, 1983.  
*Jednotná metodika odběru a úpravy vzorků [rezortní předpis CO-3-7]*. Praha: FMNO, 1988.
- [6] KOLEKTIV AUTORŮ. *Zjišťování příčin vzniku požáru I*. 1. vydání. Praha: MV ředitelství HZS ČR, 2000. 85 s. ISBN 80-902852-1-X.
- [7] LEINVEBER, Jan.; VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*. 3. vydání. Úvaly: 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7
- [8] ODBOR IZS A VÝKONU SLUŽBY. *Koncepce CHTS v HZS ČR*. 5. návrh. Praha: MV-HZS ČR, 2002. 34 s.
- [9] TUŠÁROVÁ, I.; UCHYTIL, B.; ČAPOUN, T. *Analýza vysoce toxických látek ve stacionárních laboratořích CO: Odběr a úprava vzorků*. 1. vydání. Praha: MNO, 1983. 49 s.
- [10] ZÝKA, J. a kol. *Analytická příručka I*. 4. vydání. Praha: SNTL/ALFA, 1988. 680 s. ISBN 04-606-88.
- [11] *ČSN 01 6910 Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- [12] *ČSN ISO 690 Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

- [13] <http://www.danahermotion.com>
- [14] <http://www.global-defence.com>
- [15] <http://www.hi-q.net/>
- [16] <http://www.chromservis.sk>
- [17] <http://mti.sk/>
- [18] <http://robot.vsb.cz>
- [19] <http://www.schunk.com>
- [20] <http://www.skcsshopping.com>
- [21] <http://www.vop.cz/>

## **Zoznam príloh**

- [1] Výkres zostavy navrhnutého efektoru *B1\_SB3ROB01\_620*
- [2] Výkres zostavy ramena so vzduchovým vedením *B0\_SB3ROB01\_100*
- [3] Médium s prácou v elektornickej podobe